

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### A. Foam Roller Massage

#### 1. Definisi *Foam Roller Massage*

*Foam roller massage* dikenalkan oleh Moshe Feldenkrais pada pertengahan abad ke 20 yang bertujuan untuk mengurangi nyeri dan mobilitas jaringan sepanjang pengembangan fungsi fisik melalui peningkatan kesadaran terhadap tubuh pasien sendiri serta merupakan transformasi dari beberapa teknik yang hanya digunakan *atlet professional*, pelatih dan terapis untuk latihan yang digunakan setiap hari disemua tingkatan *fitness*. Metode yang digunakan adalah *foam roller* yaitu dengan memberikan tekanan pada spesifik poin yang dapat membantu *recovery* otot dan mendesak otot kembali ke fungsi normal. Fungsi normal berarti otot lebih elastis, sehat dan siap untuk latihan (Kuhland, 2007).

Penelitian lain yang dilakukan oleh Kratchman dan Jones (2017) *foam roller massage* sangat populer di dunia *fitness* yang sering direkomendasikan untuk kekuatan dan dapat mempengaruhi kondisi *professional*. Terdapat bukti efek positif menggunakan teknik ini yaitu untuk peningkatan ROM, *recovery* dan performa. Pada umumnya *foam roller massage* digunakan setelah aktivitas fisik yang dapat memperbaiki ketidakseimbangan *muscular*, mengurangi nyeri otot, mengurangi tekanan pada sendi, mengembangkan efisiensi *neuromuscular* dan meningkatkan ROM.

#### 2. Indikasi *Foam Roller Massage*

Penelitian Button *et al* (2013) *foam roller massage* dapat mereduksi nyeri pada kondisi *musculoskeletal* seperti *stiffness*, *spasm*, *swelling*, dapat mereduksi nyeri DOMS, mengurangi performa di *sprint time*, *power*, *dynamic*

*strength/endurance*, meningkatkan rentang gerak dari persendian dan mengurangi nyeri otot yang disebabkan oleh adanya *trigger point*.

Selain itu *foam roller massage* dapat meningkatkan efisiensi *neuromuscular* hal ini dikarenakan otot tidak ada yang *overactive* maupun *underactive* sehingga otot-otot *agonist* maupun *antagonist* dapat bekerja secara efisien dan sinergis. *Overactive muscle* adalah aktivasi salah satu bagian otot yang berlebihan sehingga mempengaruhi postur dan rentang gerak seseorang, kebalikannya *underactive muscle* dimana otot bergerak terbatas.

### 3. Mekanisme Fisiologi *Foam Roller Massage*

Mekanisme fisiologi *foam roller massage* adalah mengubah ROM dengan mengurangi nyeri yang diakibatkan DOMS menggunakan sebuah alat bantu seperti *foam roller*. *Foam roller massage* mempengaruhi fungsi arteri, fungsi *vascular endothelial* dan mengatur *system autonomic nervous*. Mekanisme *foam roller massage* dapat meningkatkan perbaikan peradangan otot dan meningkatkan performa *dynamic* yang diukur 72 jam setelah *exercise*. Mekanismenya adalah penurunan edema, meningkatkan pembuangan asam laktat pada darah dan meningkatkan perbaikan jaringan yang dapat meningkatkan aliran darah pada otot. Meningkatnya aliran darah pada otot dapat mencegah *neutrophils* dan mengurangi produksi *prostaglandin* sehingga mencegah terjadinya inflamasi (Skarabot, 2015).

Berdasarkan penelitian Button (2015) *foam roller massage* meningkatkan aliran darah *muscular* serta meningkatkan distribusi oksigen yang mendorong *mitochondrial resynthesis* dari *adenosine triphosphate* dan kembalinya transport aktif kalsium ke *sarcoplasmic reticulum*. *Foam roller massage* mempunyai efek system biokimia diantaranya meningkatkan sirkulasi level *neutrophil*,

peningkatan pada *post exercise* plasma *creatine kinase*, mengaktivasi sensor *mechanosensory* terhadap *signal* transkripsi dari COX7B and NDI yang terindikasi bahwa mitokondria baru berubah bentuk untuk mempercepat proses perbaikan otot dan *cytokines immune* yang dapat mengurangi ketegangan sel serta inflamasi.

Penelitian yang dilakukan oleh Hiale (2015) *foam roller massage* diaplikasikan pada *atlet* selama terjadi kelelahan saat latihan. Kelelahan pada otot berhubungan dengan perubahan *muscular fiber* yang diperlukan untuk menjaga performa. Rileksasi saat *massage* terbukti mampu mengurangi kelelahan *local* dan dapat merangsang *muscular*.

#### 4. Teknik *Foam Roller Massage*

*Foam roller massage* harus dilakukan sebelum *static* atau *dynamic stretching* atau dapat dilakukan di pertengahan *cool down*. Hal ini dilakukan pada jaringan atau otot yang *overactive* selama proses latihan. Sebagian besar pasien dapat menikmati tekanan *foam roller* pada bagian tubuhnya dengan instruktur menjelaskan tujuan dari *exercise* yang dilakukan. *Foam roller massage* tidak ditujukan pada pasien dengan riwayat gangguan jantung, gangguan ginjal atau organ yang lainnya, pendarahan dan penyakit menular pada kulit. Lakukan gerakan secara pelan-pelan pada area yang dituju sampai area yang diinginkan ditemukan. Teknik ini dilakukan dari *insersio* ke *origo* selama 30 detik sampai 1 menit yang terdiri dari 2-5 sesi dengan waktu istirahat selama 15 detik setiap sesinya untuk mendapatkan hasil yang maksimal (Scott *et al*, 2015).



Gambar 2.1 *Foam Roller Massage* pada otot *Biceps* (Retherford, 2011)

## B. Manual Massage

### 1. Definisi *Manual Massage*

*Manual massage* ditemukan oleh Nei Ching pada zaman India Kuno, Nei ching menggunakan *manual massage* untuk penanganan olahraga dan cedera saat perang terjadi pada Zaman Romawi. *Manual massage* memiliki indikasi menurunkan sirkulasi, lokal vasokonstriksi, menurunkan efek inflamasi, menurunkan metabolisme, meningkatkan kekakuan jaringan, menurunkan spasme otot, menurunkan nyeri, menurunkan konduksi velositi saraf, selain itu aplikasi dengan menggunakan *manual massage* dapat memberikan perubahan pada kulit, jaringan *subcutaneus*, *intramusculer* dan suhu pada persendian (Goats, 1994).

Penelitian yang dilakukan oleh Best (2008) *manual massage* adalah tindakan penekanan oleh tangan pada jaringan lunak, biasanya otot, tendon atau ligamen tanpa menyebabkan pergeseran atau perubahan posisi sendi guna menurunkan nyeri, menghasilkan relaksasi dan meningkatkan sirkulasi. Tujuan

teknik *manual massage* adalah pengosongan dan pengisian pembuluh vena dan limpa, sehingga membantu memperlancar sirkulasi, membantu sekresi dan pemberian nutrisi ke dalam jaringan. Penelitian yang dilakukan oleh Bridges dan Roos (2014) *manual massage* adalah manipulasi jaringan halus menggunakan tangan, *rollers* atau isapan untuk meningkatkan kualitas kesehatan. *Massage* dapat digunakan untuk meningkatkan rileksasi, memperbaiki jaringan yang robek, menurunkan kecepatan denyut jantung, menurunkan tekanan darah dan menurunkan nyeri ketika otot pada tubuh terdapat ketegangan karena aktivitas fisik, ketegangan jaringan *myofascial* atau spasme (Paolini, 2009).

*Manual massage* sejak dulu digunakan pada olahraga untuk mencegah cedera, menurunkan ketegangan, meningkatkan produksi tenaga dan promosi perbaikan. Beberapa teknik yang digunakan memiliki manfaat yang berbeda, seperti *myofascial release* untuk menurunkan nyeri atau *swedish massage* untuk rileksasi. Bagaimana *massage* memiliki manfaat secara alami terhadap performa tergantung pada latihan, metode yang digunakan dan berapa lama *massage* diaplikasikan (Katie, 2014). *Massage* dibedakan menjadi beberapa bagian diantaranya *relaxation massage*, *sport massage*, *rehabilitative massage*, *energy balancing massage*, *massage* untuk meningkatkan kesadaran, *massage energy* dan keseimbangan serta *massage* untuk pertumbuhan (Welden, 2010).

## 2. Indikasi *Manual Massage*

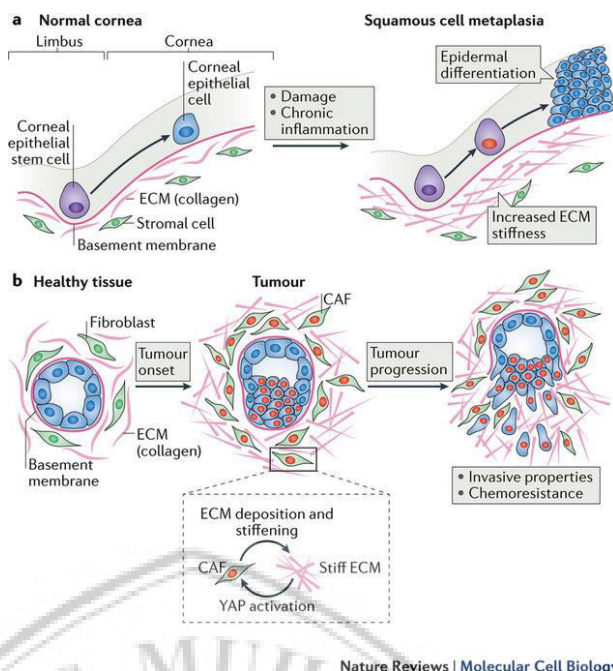
Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Welden (2000) bahwa *manual massage* dapat meningkatkan sirkulasi, mempercepat perbaikan jaringan, meningkatkan fungsi dari kesehatan kulit, menimbulkan efek rileksasi dan meningkatkan penampilan. *Massage* juga dapat meningkatkan efisiensi imun dikarenakan ada banyaknya *system* pembuluh darah yang bekerja pada

tubuh dimana hal ini terhubung dengan sistem sirkulasi yang mana *system* ini membuat saluran pembuangan organisme, bakteri, virus dan mikroskopik lain yang dapat membahayakan tubuh yang dinamakan *system* limpa. *System* limpa memiliki simpul yang bermacam-macam di dalam tubuh yang berfungsi untuk proses pengeluaran pembuangan organisme.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Capellini (2000) bahwa *manual massage* dapat meningkatkan sirkulasi dikarenakan vena memiliki satu katup kecil untuk menjaga darah mengalir dengan benar jadi bukan ide yang baik untuk menekan melawan aliran darah pada katup terbukti ketika katup tidak bekerja sesuai maka darah dapat merembes turun dan menggenang yang menyebabkan varises yang mana adalah kontraindikasi dari *massage*. Penekanan secara benar pada pembuluh darah dapat juga meningkatkan sirkulasi. *Massage* juga dapat menyebabkan aliran darah menuju ke permukaan jaringan pada tubuh yang mana darah tersebut banyak membawa oksigen dan nutrisi yang lain untuk jaringan.

### 3. Mekanisme Fisiologi *Manual Massage*

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Crane *et al* (2005) bahwa inflamasi dan nyeri adalah respon yang biasa akibat dari cedera atau kerusakan pada otot. Hal ini berhubungan dengan aktivasi sel imun dan pelepasan *hormone* sitokinin dari otot. *Manual massage* digunakan sebagai manipulasi fisik yang menyebabkan efek *therapeutic* di dalam jaringan yang rusak.



Gambar 2.2 *Schematic representation of mechanosensors in a cell* (Jalouk and Lammerding, 2009)

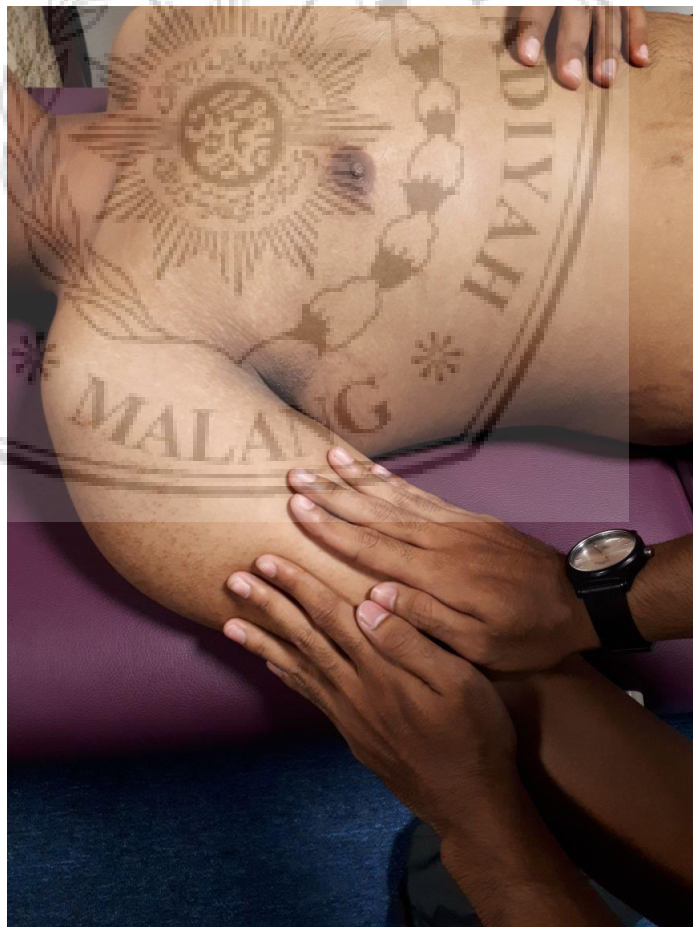
*Manual massage* terdiri dari manipulasi fisik otot dan jaringan lambat terhadap *injury*, *stiffness* atau *soreness* dengan tujuan mereduksi nyeri dan *recovery*. Terjadinya ruptur pada jaringan penghubung yang disebabkan oleh perubahan struktur dan fisiologi atau membatasi interaksi jaringan yang berdekatan, produksi nyeri dan mengurangi pergerakan di sendi. Hasilnya membuktikan bahwa *manual massage* mempunyai efek mediator terhadap *control respon inflamasi* (Barnes *et al*, 2008).

Penelitian lain yang dilakukan oleh Goats (2004) *massage* mempunyai dampak positif terhadap *system* fisiologi yakni perbaikan jaringan, mengurangi nyeri, rileksasi serta meningkatkan *mood* dan aliran darah. Tekanan pada *massage* dapat meningkatkan aliran darah dan juga meningkatkan suhu lokal akibat gosokan atau teknik *rubbing*. *Massage* menggunakan teknik *strokes* (*friction* dan *percussion*) dapat menurunkan nyeri *local* (Weerapong *et al*, 2005).

#### 4. Teknik *Manual Massage*

Penelitian Andersen *et al* (2006) bahwa *sport massage* efektif untuk mengembalikan respon *hypoglastic* diaplikasikan area otot yang *cedera* selama 10 menit. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Weerapong (2005) bahwa pemberian *manual massage* selama 10 menit dapat meningkatkan *local heating* sehingga dapat meningkatkan sirkulasi aliran darah.

Teknik *massage* meliputi *effleurage* (menggosok) dan *petrisage* (pijatan). *Effleurage* (menggosok) gerakan di bagian tubuh dengan menggunakan seluruh permukaan telapak tangan melekat pada bagian-bagian tubuh yang digosok. Tangan menggosok secara supel atau gentel menuju arah jantung dengan dorongan dan tekanan.



Gambar 2.3 teknik *efflurage* (Data Penelitian, 2017)



*Petrisage* ( pijatan) gerakan pijatan dengan mempergunakan empat jari merapat berhadapan dengan ibu jari yang selalu lurus dan supel. Bagian tubuh yang di pijat terletak di dalam cekungan telapak tangan antara jari-jari dan ibu jari. Gerakan memijat dengan meremas otot yang sedikit di tarik ke atas seolah-olah akan memisahkan otot dari tulang atau otot yang lain (Wiyoto, 2011).



Gambar 2.4 teknik *petrisage* (Data Penelitian, 2017)

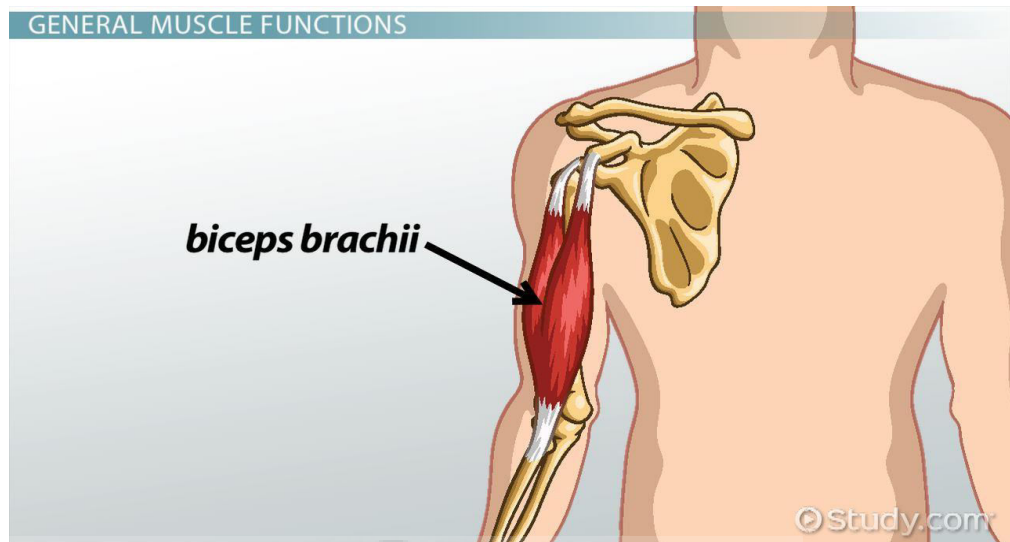
Menurut Kent (2009) *protocol* dalam melaksanakan *manual massage* antara lain

- a. Tempatkan pasien dalam posisi supinasi dengan *flexi* elbow antara 30-45 derajat, berdiri di samping perut pasien. Posisi ini dapat memperjelas bagian *biceps* sehingga lebih mudah untuk di *massage*.

- b. Temukan otot *biceps* dalam proses *coronoid* sekitar 1 *inch* dari distal dalam lipatan *elbow* di samping jari dari lengan bawah. Hal ini dilakukan dengan cara supinasi tangan pasien lalu diberikan tekanan dengan telapak tangan dan lakukan gosokan secara integrasi.
- c. Pada sisi lateral gunakan minyak untuk membantu *massage* dari sisi lateral ke medial humerus.
- d. Pada sisi medial, gunakan jari tangan untuk bergerak ke sisi lateral *biceps*.

### C. Anatomi dan Fisiologi *Biceps*

Penelitian yang dilakukan oleh Avadhani dan Chakravati (2012) *biceps* adalah salah satu dari banyaknya variabel otot di dalam tubuh manusia. Otot *biceps* adalah otot-otot *flexor* yang melintasi bahu dan juga sendi siku. *Biceps* adalah otot pada bagian depan lengan atas yang terdiri dari “*short head*” dan “*long head*” serta bekerja sebagai otot tunggal. *Biceps* melekat pada tulang lengan melalui jaringan ikat tendon. Tendon yang menghubungkan otot *biceps* ke sendi bahu di dua tempat disebut dengan tendon *biceps* proksimal. Tendon yang melekatkan otot *biceps* ke tulang lengan bawah (radius dan ulna) disebut dengan tendon *biceps* distal. Ketika berkontraksi *biceps* menarik lengan bawah ke atas dan merotasi lengan bawah ke arah luar.



Gambar 2.5 *Biceps Brachii* (Human Anatomy & Physiology, 2017)

Istilah *biceps* menunjukkan bahwa pelekatan proksimal otot *fusiformis* tersebut biasanya memiliki 2 caput dan 2 caput yang lazim pada *biceps* di proksimal berasal dari pelekatan tendinosa ke *processus scapula*. Meskipun *M. Biceps* terletak dalam *compartment* anterior lengan, otot ini tidak memiliki pelekatan pada humerus. *Biceps* adalah “otot tiga sendi” yang menyilang dan mampu mempengaruhi gerakan pada *articulation glunehumeralis*, *cubiti*, dan *radioulnaris*. Bila siku di ekstensi, *biceps* adalah suatu *flexor* sederhana lengan bawah, namun *flexi* siku yang mendekati 90° dan lebih kuat diperlukan melawan resistensi, *biceps* mampu melakukan dua gerakan kuat yang bergantung pada posisi lengan bawah. Bila siku *flexi* mendekati 90° dan lengan bawah supinasi, *biceps* lebih efisien dalam menimbulkan *flexi*. Secara bergantian bila lengan bawah pronasi *biceps* adalah supinator kuat pada lengan bawah (Hamil dan Knutzen, 2003).

#### D. Delay Onset Muscle Soreness

##### 1. Definisi *Delay Onset Muscle Soreness*

DOMS Berdasarkan penelitian Boguszewski *et al* (2015) adalah berkembangnya nyeri otot yang timbul beberapa jam setelah latihan dan nyeri puncak akan muncul 2-3 hari setelah latihan bahkan bisa bertahan 5-7 hari.

DOMS sering terjadi pada seseorang yang tidak pernah berolahraga dan dilanjutkan dengan intensitas latihan fisik yang lebih dari aktivitas yang biasanya dilakukan setiap hari atau seseorang yang memulai latihannya kembali setelah lama istirahat. Penelitian yang dilakukan Hume *et al* (2003) DOMS adalah pengalaman yang sudah lazim pernah dialami oleh *atlet* ataupun *atlet* baru. DOMS memiliki gejala peradangan pada otot dan pada tingkat yang lebih parah akan terasa nyeri pada otot yang meradang. Penelitian yang dilakukan oleh Patria *et al* (2003) DOMS adalah klasifikasi dari tipe 1 serabut otot yang mengalami *strain injury* dan terdapat peradangan dan kekakuan saat dipalpasi atau digerakkan. Serabut otot tipe I yaitu tipe otot *slow twitch* yang berfungsi sebagai stabilisator atau mempertahankan sikap tubuh dengan kecepatan kontraktile lambat, kekuatan *motor unit* yang rendah, tidak cepat lelah, memiliki kapasitas aerobik yang tinggi serta jika terjadi patologi akan tegang dan memendek.

DOMS akan menimbulkan nyeri pada otot secara progresif nyeri tersebut akan terjadi selama 24-48 jam setelah latihan dan nyeri akan menghilang sekitar 24-72 jam saat nyeri awal terasa. Tempat terjadi nyeri tergantung dari otot mana yang mengalami konsentrasi tinggi saat latihan (Karoline, 2003). DOMS adalah suatu fenomena yang sering ditemui dan terdokumentasi dengan baik, sering terjadi sebagai akibat dari latihan eksentrik yang tidak lazim atau intensitas tinggi. Gejala yang menyertai meliputi pemendekan otot, peningkatan kekakuan terhadap gerak pasif, bengkak, penurunan kekuatan dan daya ledak otot, sakit local dan rasa posisi sendi/*proprioception* yang terganggu (Proske dan Morgan, 2001).

## 2. Etiologi DOMS

Penelitian yang dilakukan oleh Maxwell (2003) etiologi atau penyebab terjadi DOMS dijelaskan melalui teori asam laktat, teori spasme otot, *teory connective tissue damage*, *teory muscle damage*, *inflammation teory* dan teori *efflux enzyme*. Teori asam laktat yakni penerimaan asam laktat secara terus menerus yang diproduksi saat latihan. Semakin banyak asam laktat yang diproduksi akan diakumulasikan menjadi *toxic metabolic* dan diubah menjadi rasa atau sensasi nyeri. Teori spasme otot diperkenalkan setelah adanya pengamatan peningkatan aktivitas otot setelah *eccentric exercise*. Meningkatnya otot aktivasi saat istirahat dapat menimbulkan spasme yang kuat pada *motor unit*. Hal itulah yang menyebabkan adanya penekanan pembuluh darah, *ischaemia*, dan terakumulasinya nyeri. Pada *teory connective tissue damage* meneliti peran dari jaringan ikat yang melapisi sekitar otot fibres. Isi dan komposisi dari jaringan ikat berbeda diantara tipe dari otot fiber. Tipe I (*slow twitch*) fiber lebih kuat dibandingkan tipe II (*fast twitch*). Otot tipe I menunjukkan meningkatnya kelemahan saat tarikan cedera terjadi sehingga ketegangan yang kuat pada jaringan ikat yang menyebabkan nyeri otot. Berdasarkan *teory inflammation* ditemukan beberapa aspek terhadap respon yang menyebabkan radang, formasi edema dan pembesaran sel inflamasi membuktikan adanya pengulangan aksi dari otot *eccentric*.

*Muscle fiber* berisi *proteolytic enzyme* yang menginisiasi penurunan dari lipid dan sel struktur protein yang menyebabkan kerusakan. Hal ini secara cepat menyebabkan kerusakan *muscle fiber* dan jaringan ikat yang menyebabkan

terakumulasinya *bradykinin*, *histamine* dan *prostaglandins*. Gullick dan Kimura meneliti yang disebut *enzyme efflux teory* berdasarkan penerimaan kalsium yang mana normalnya diproduksi oleh *sarcoplasmic reticulum* terakumulasinya *muscle injury* dikarenakan kerusakan pada sarcrolemmal, sehingga degenerasi *muscle* protein meningkatkan stimulasi kimia dari terjadi nyeri saraf.

### 3. Patofisiologi DOMS

Proses terjadinya DOMS dapat dihubungkan dengan pembentukan asam laktat dalam otot *pasca* olahraga yang intens namun sekarang terbukti bahwa ternyata asumsi tersebut tidak berhubungan langsung dengan kejadian DOMS. DOMS sering ditimbulkan terutama oleh gerakan eksentrik. Berbagai jenis olahraga menyebabkan deformitas sel membran otot sehingga akan diawali terjadinya respon inflamasi yang menyebabkan pembentukan produk sampah metabolik untuk berperan sebagai stimulus kimiawi kepada ujung saraf. Kontraksi eksentrik terjadi saat otot yang aktif sedang memanjang tersebut dapat berhubungan adanya peningkatan yang terlambat pada tingkat serum dari enzim spesifik otot seperti *creatin kinase* (CK) sehingga memicu kerusakan serabut otot (Jones *et al*, 1989).

Olahraga yang menyebabkan kerusakan otot/*exercise induced muscle damage* dapat dihubungkan dengan adanya inflamasi *aseptic* yang didukung beberapa bukti bahwa permukaan otot yang mengalami nyeri dan bengkak. Berdasarkan histologis dari sampel 10 biopsi mengindikasikan disrupsi *ultrastructural* dari sebagian serabut otot dan peningkatan konstituen plasma di dalam ruang ekstraseluler (Stauber *et al*, 1996). DOMS sering ditimbulkan terutama oleh latihan eksentrik seperti lari menuruni bukit atau *downhill running*, *plyometrics* dan latihan dengan tahanan. Pada dasarnya setiap gerakan

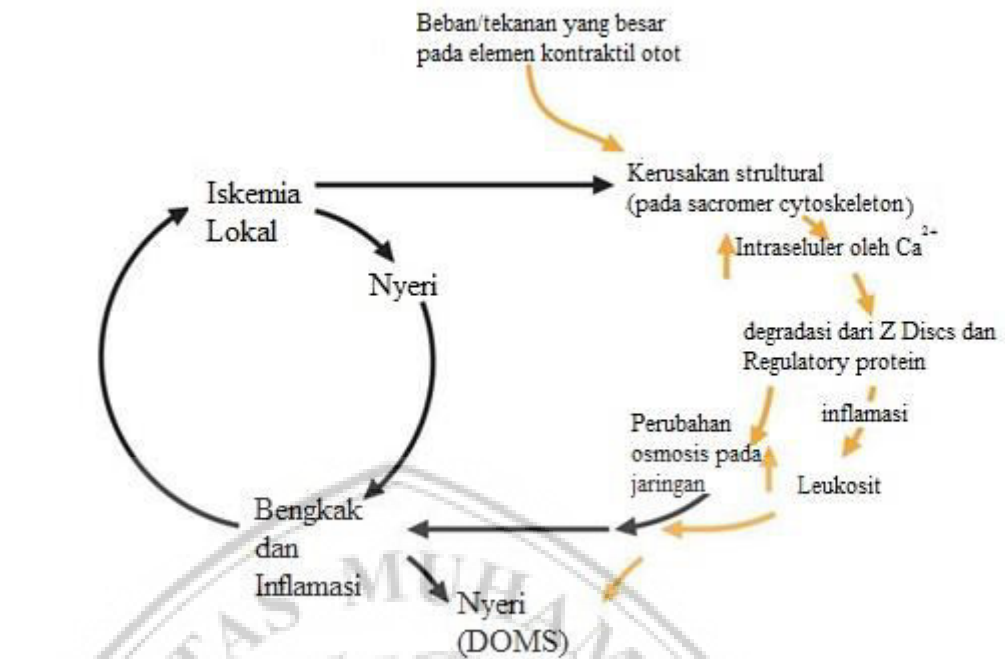
yang tidak biasa dilakukan akan menimbulkan nyeri otot, khususnya gerakan yang membuat otot berkontraksi memanjang, pada saat melakukan kontraksi eksentrik dan konsentrik otot beradaptasi untuk memanjang dan memendek, ketika terjadi kontraksi eksentrik otot berada pada kontraksi yang optimal memanjang, sehingga dapat menimbulkan ketidakstabilan dari otot terutama terjadi pada sarkomer ketika berada pada posisi memanjang. Jika sarkomer pada kontraksi memanjang dan pada tegangan yang optimal, maka kemungkinan terjadi kerusakan jaringan otot dapat terjadi (Proske and Morgan, 2001).

DOMS selalu dikaitkan dengan keadaan yang tidak biasa, kerja otot yang berlebihan dan kontraksi eksentrik dapat memicu terjadinya DOMS. Kontraksi otot eksentrik dapat dilihat dari adanya perpanjangan otot selama otot berkontraksi. *Muscle soreness* terjadi ketika *muscle fiber* mengalami robekan dan otot beradaptasi untuk menjaga kekuatannya. *Muscle strain* terjadi akibat *over training* pada sebagian besar *muscle fiber* yang berpengaruh terhadap derajat gerak dan tendon, tingkat kerusakan dan nyeri dapat disebabkan beberapa faktor misalnya pada tingkat profesional dapat disebabkan karena dosis latihan dan intensitas dari latihan yang diberikan. Nyeri tekan dapat terlokalisasi pada bagian distal otot dan dapat bertambah nyeri dalam waktu 24–48 jam setelah melakukan latihan. Rasa nyeri tersebut dapat menggambarkan tingginya reseptor pada jaringan lunak dan pada tendon otot. DOMS dapat terjadi karena nyeri otot yang tertunda yang disebabkan karena kerusakan jaringan otot (Cheung *et al*, 2003). Pemeriksaan biopsi kerusakan otot yang terjadi pada sarkolema yang pecah dan memungkinkan isi sel meresap antara serat otot lainnya. Kerusakan filamen kontraktile aktin miosin dan juga kerusakan pada *Z line* merupakan bagian dari terjadinya kerusakan struktural sel. Terjadinya respon inflamasi

merupakan respon terhadap cedera jaringan pada sistem kekebalan tubuh karena terjadinya cedera. Kerusakan struktural akut pada jaringan otot memicu terjadinya DOMS dan dapat mengarah terjadinya nekrosis yang memuncak sekitar 48 jam setelah latihan. Isi intraseluler dan efek respon imun kemudian terakumulasi di luar sel yang dapat merangsang ujung saraf dari otot (Merquez *et al*, 2001).

Melakukan latihan yang tidak terprogram dengan latihan eksentrik dapat menyebabkan terjadinya cedera karena pemberian latihan yang berulang. Jika latihan yang dilakukan secara *overload* maka akan menimbulkan cedera pada otot dan dapat menyebabkan terjadinya kerusakan otot karena efek latihan yang berat. Latihan yang tidak dikontrol dengan baik tersebut dapat menyebabkan peradangan dan nyeri serta menurunnya lingkup gerak sendi. Hough menerangkan adanya gangguan pada komponen kontraktil otot terutama pada *Z-line* pada latihan eksentrik. Karakteristik lesi mikroskopik meluas dan akan terjadi kerusakan total *myofibril* pada *Z-line*, dan akan meluas pada kerusakan sarkomer. Hal ini merupakan salah satu penyebab ketegangan atau nyeri pada semua area. Otot yang akan mengurangi keterlibatan *motor unit* pada saat kontraksi eksentrik. Aktivitas olahraga *anaerobic* akan meningkatkan konsentrasi asam laktat dalam sel otot. Peningkatan jumlah asam laktat menyebabkan menurunnya pH dari sel. Penurunan pH menyebabkan penurunan kecepatan reaksi dan menyebabkan penurunan kemampuan metabolisme dan produksi ATP. *Nociceptor* pada jaringan ikat pada daerah arteri, kapiler dan struktur jaringan otot dan tendon akan terjadi atau timbul sensasi nyeri. (Cheung *et al.*, 2003).



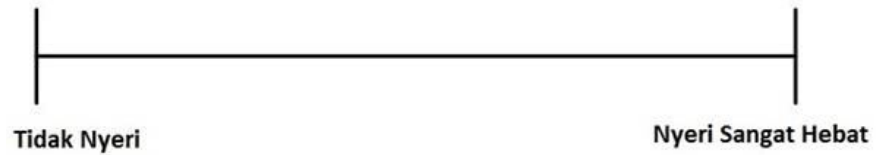


Gambar 2.6 mekanisme terjadinya DOMS (atmaja, 2015)

#### 4. Pemeriksaan DOMS

Skala yang digunakan dalam pengukuran nyeri guna membandingkan hasil pertama kali dilakukan pemeriksaan dan evaluasi setelah penanganan adalah *Visual Analog Scale* (VAS). VAS merupakan suatu garis lurus yang mewakili intensitas nyeri yang terus menerus dan deskripsi verbal pada setiap ujungnya. Skala ini memberi klien kebebasan penuh untuk mengidentifikasi keparahan nyeri. Skala yang pertama sekali dikemukakan oleh Keele pada tahun 1948 merupakan skala dengan garis lurus 10 cm dengan pembacaan skala 0-100 mm. Klasifikasi penilaian untuk menentukan nyeri apabila nilai 0-10 mm menunjukkan tidak nyeri, 10-30 mm menunjukkan nyeri ringan, 30-70 mm menunjukkan nyeri sedang, 70-90 mm menunjukkan nyeri berat dan 90-100 mm menunjukkan nyeri sangat berat. Selanjutnya, nilai tersebut dicatat untuk melihat kemajuan dari intervensi yang sudah dilakukan. Pengukuran VAS merupakan pengukuran

keparahan nyeri yang lebih sensitif karena klien dapat mengidentifikasi setiap titik pada rangkaian dari pada dipaksa memilih satu kata atau satu angka (Vohra, Kasana & Arya, 2016).



Gambar 2.7 *Visual Analog Scale* (BMJ Publishing Group, 2013)

Menurut Moeyadi dan Davis (2013) terdapat keuntungan dan kelemahan dari penggunaan VAS. Keuntungan penggunaan VAS antara lain adalah VAS merupakan metode pengukuran intensitas nyeri paling sensitif, murah dan mudah dibuat. VAS mempunyai korelasi yang baik dengan skala pengukuran yang lain dan dapat diaplikasikan pada semua pasien serta VAS dapat digunakan untuk mengukur semua jenis nyeri. Kekurangan dari VAS adalah memerlukan pengukuran yang lebih teliti dan sangat bergantung pada pemahaman pasien terhadap VAS sendiri.